

## **AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO USO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO COMO AGENTE DE PRÉ-OXIDAÇÃO EM RELAÇÃO AO CLORO NO SAMAE-BRUSQUE**

**Ricardo Bortolotto<sup>(1)</sup>**

Químico Industrial, especialista em Gestão Ambiental, doutorando em Química. Químico no SAMAE-Brusque/SC desde 2010 atuando na área de tratamento de água com foco principal no controle de qualidade.

**Maycon Eduardo Nicoletti<sup>(2)</sup>**

Bacharel em Ciências Biológicas, especialista em Sustentabilidade Ambiental. Agente de ETA no SAMAE-Brusque/SC.

**Luciano Camargo<sup>(3)</sup>**

Licenciado em Ciências Biológicas, especialista em Educação Ambiental. Técnico Laboratorista no SAMAE-Brusque/SC.

**André de Castro Nunes<sup>(4)</sup>**

Técnico em Saneamento, especialista em Segurança da Tecnologia. Operador de ETA/ETE no SAMAE-Brusque/SC.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Dr. Penido nº 297 - Centro - Brusque - Santa Catarina - CEP: 88350-460 - Brasil - Tel: +55 (47) 3255-0500 - e-mail: laboratorio@samaebru.com.br.

### **RESUMO**

A ETA Central do SAMAE-Brusque faz pré-oxidação da água bruta com a finalidade de auxiliar na remoção de metais, matéria orgânica dentre outros. Durante um período de 9 meses, no ano de 2024, utilizou-se peróxido de hidrogênio como agente de pré-oxidação. A redução de formação de cloraminas totais, trihalometanos e ácidos haloacéticos foi alcançada satisfatoriamente tal como previsto na literatura existente. Foi observado que, com o uso do peróxido, ocorreu uma redução do consumo de outros produtos químicos empregados no tratamento, com percentuais de até 33% de redução no período, resultando em uma economia de cerca de R\$ 167000,00.

**PALAVRAS-CHAVE:** peróxido de hidrogênio, pré-oxidação, custo financeiro

### **INTRODUÇÃO**

A Estação de Tratamento de Água Central do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) de Brusque-SC opera desde a década de 1960 fornecendo água para a população. Nestas quase 6 décadas de operação, já passou por algumas ampliações para suprir a demanda de consumo. Atualmente, abastece 78% dos 151952 habitantes (IBGE, 2025) do município. Desde 1999, esta ETA conta com um pré-sedimentador para retirada de sólidos sedimentáveis mais grosseiros como areia e outros particulados maiores, evitando o acúmulo destes materiais nos tanques de floculação ou decantação. A partir de 2009, aproximadamente, iniciou-se a executar pré-oxidação com gás cloro ( $\text{Cl}_2$ ), cujo ponto de dosagem selecionado foi a entrada da calha Parshall existente junto ao pré-sedimentador. A pré-oxidação é executada com finalidade de auxiliar na remoção de cor, de metais solúveis e de matéria orgânica, melhorando o processo de coagulação.

Devido a estrutura física atual ser quase a mesma de 1960, mesmo com reformas e ampliações realizadas nas décadas de 1980, 2000 e 2015, a eficiência do tratamento tem certo comprometimento em situações extremas. Para atingir a vazão atual de 320 L/s e garantir a qualidade da água tratada segundo as legislações vigentes, as melhorias no processo têm sido baseadas no uso de produtos químicos adequados em determinadas etapas do processo de tratamento, como pré-oxidação, ajuste de pH, uso de auxiliares de coagulação ou floculação como polímeros, sequestrantes de metais, dentre outros. Neste contexto, entra a substituição do produto químico utilizado para realizar a pré-oxidação da água bruta.

**Figura 1 – ETA Central**



Fonte: SAMAE, 2025.

Apesar de eficiente, a aplicação de cloro gasoso para realizar a pré-oxidação tem alguns pontos negativos, a exemplo da alteração do pH da água bruta, do risco de formação de produtos secundários perigosos como cloraminas, ácidos haloacéticos, trihalometanos, dentre outros, e o custo financeiro elevado.

O pH do manancial que abastece a ETA Central fica entre 6,90 e 7,05; porém, quando é aplicado gás cloro para a pré-oxidação, o pH diminui para aproximadamente 6,70 por causa da formação de ácido hipocloroso.



Devido a esta diminuição de pH, é realizada a aplicação de alcalizante (NaOH em solução 50%) para adequar o pH até valores em que o coagulante tem uma eficiência melhor.

Nos últimos anos tem se difundido o uso de peróxido de hidrogênio como agente de pré-oxidação por ser mais seguro, pois quase não produz subprodutos e não afeta o pH da água. Diversos trabalhos têm apontado a eficiência da aplicação do peróxido de hidrogênio como agente pré-oxidante, e também mostrado ganhos nas etapas de coagulação, floculação e decantação.

**Figura 2 –Pré-sedimentador da ETA Central**



Fonte: SAMAE, 2025.

## OBJETIVOS

Avaliar o impacto gerado pelo uso de peróxido de hidrogênio como agente de pré-oxidação sobre a dosagem de outros produtos químicos e o seu reflexo econômico.

## METODOLOGIA UTILIZADA

Foram levantados os dados sobre os quantitativos de produtos químicos utilizados no processo de tratamento de água no ano de 2023 e 2024 e avaliada a diferença percentual entre eles, com isso projetou-se a diferença financeira envolvida.

## RESULTADOS OBTIDOS

Os principais produtos químicos que tiveram dosagem afetada pelo uso de peróxido de hidrogênio como agente pré-oxidante foram o gás cloro, o hidróxido de sódio em solução 50% e o hipoclorito de sódio em solução 12%.

Durante o ano de 2024, foi utilizado peróxido de hidróxido como pré-oxidante até o final do mês de setembro, quando acabou o quantitativo adquirido para o período, totalizando 9 meses. Nesse período, foi apurada a quantidade de produtos utilizados para o tratamento e comparado com o mesmo período no ano de 2023.

Quando utilizado gás cloro para realizar a pré-oxidação da água bruta ocorre uma diminuição do pH, então é necessário ajustar o pH para melhorar a eficiência do coagulante, isso gera um consumo maior de alcalizante.

A ETA Central tem passado por ampliações para aumentar a capacidade de tratamento e, no ano de 2023, algumas adequações para dosagem ainda não tinham sido concluídas. Até então, o dimensionamento do sistema de dosagem de gás cloro para a pré-oxidação para a vazão atual (320 L/s) não tinha sido concluído, isso ocasionava uma dosagem menor que a necessária; para compensar esse déficit de cloro era realizada uma dosagem adicional de hipoclorito de sódio 12% para suprir a demanda.

No início de 2024 foi iniciado o uso de peróxido de hidrogênio como pré-oxidante, com isso foi suspenso o uso de gás cloro ou hipoclorito de sódio, sendo estes utilizados apenas para desinfecção pós-filtração.

O quantitativo de produtos químicos que envolvia o processo de pré-oxidação para o mesmo período (janeiro a setembro) de 2023 e 2024 foi comparado e calculado a diferença. Salienta-se que a produção em m<sup>3</sup> de água foi semelhante no mesmo período para os dois anos.

**Tabela 1 – Consumo de produtos químicos (em kg)**

	2023	2024	Diferença	Em %
Peroxido de hidrogênio 50%	-	11040	11040	-
Hidróxido de sódio 50%	84000	52800	31200	37,1
Gás cloro	21600	14400	7200	33,3
Hipoclorito de sódio 12%	98150	81400	17750	18,1

Fonte: relatórios internos de consumo de produtos químicos. SAMAE, 2025.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As adequações necessárias para utilizar peróxido de hidrogênio foram simples, desde questões comerciais até as operacionais. A oferta deste produto tem se apresentado estável nos últimos anos na região de Brusque; e como é um produto muito utilizado na indústria têxtil, muito bem consolidada na região, existem vários fornecedores, sendo facilmente obtido no mercado. O armazenamento foi feito em tanque de PEAD fechado de 1000 L para evitar perda devido a decomposição, como o ambiente da sala de estoque e dosagem já é um ambiente fresco e pouco sujeito a elevação de temperatura, essa questão foi minimizada. Para realizar a aplicação foi utilizado uma bomba dosadora peristáltica e instalada uma mangueira de 6x4 mm de diâmetro com cerca de 15 metros até o ponto da aplicação. O manejo é simples, a entrega é feita a granel pelo fornecedor diretamente no tanque de armazenamento, minimizando o contato do operador com o produto. O treinamento da equipe também foi fácil pois os operadores já dominavam as atividades de ajustes de produtos químicos e a utilização das bombas dosadoras, bem como a equipe de controle de qualidade já tinha afinidade com as metodologias analíticas para controlar os residuais de peróxido de hidrogênio no processo. O ponto negativo foi o custo do reagente analítico para controle; enquanto o reagente para análise de

cloro residual livre tem um custo de R\$ 0,09, o reagente para analisar peróxido de hidrogênio tem um custo de R\$ 2,58. Deste modo, a mudança do agente de pré-oxidação de cloro gasoso para peróxido de hidrogênio foi relativamente fácil.

Com o uso do gás cloro e do hipoclorito de sódio apenas na desinfecção pós-filtração, obteve-se uma redução significativa do consumo, chegando a 33,3% para o gás cloro e 18,1% para o hipoclorito de sódio.

Sem a necessidade de corrigir o pH da água bruta, o uso do alcalizante (hidróxido de sódio 50%) foi apenas para corrigir o pH da água tratada após a desinfecção e fluoretação. Assim, obteve-se uma redução de 37,1% do consumo deste produto.

Com o custo unitário de cada produto, foi calculada a redução de gastos no período, demonstrando uma redução de R\$ 73.008,00 com hidróxido de sódio 50%; R\$ 96.192,00 com gás cloro; e R\$ 30.530,00 com hipoclorito de sódio 12%.

**Tabela 2: Redução de gasto com os produtos químicos**

	<b>Diferença</b>	<b>Custo unitário (R\$ / kg)</b>	<b>Redução (R\$)</b>
Hidróxido de sódio 50%	31200	2,34	73.008,00
Gás cloro	7200	13,36	96.192,00
Hipoclorito de sódio 12%	17750	1,74	30.530,00

Fonte: relatórios internos de consumo de produtos químicos. SAMAE, 2025.

Mesmo com o gasto de R\$ 32.457,00 com a aplicação de peróxido de hidrogênio, obteve-se a redução total de R\$ 167.272,40 no período de janeiro a setembro de 2024.

**Tabela 3: Custo de aplicação do peróxido e economia de outros produtos químicos**

	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Economia(R\$)</b>
Custo peróxido de hidrogênio 50%	32.457,60	
Hidróxido de sódio 50%		73.008,00
Gás cloro		96.192,00
Hipoclorito de sódio 12%		30.530,00
<b>SALDO</b>		<b>167.272,40</b>

Fonte: relatórios internos de consumo de produtos químicos. SAMAE, 2025.

A partir dos novos contratos de fornecimento de produtos químicos para 2025, com os preços atualizados, no quais houve um aumento do preço unitário do gás cloro, hipoclorito de sódio 12% e hidróxido de sódio 50% e uma redução do preço do peróxido de hidrogênio, estima-se que se o percentual de redução dos consumos destes produtos com o uso do peróxido de hidrogênio se manter, será possível obter uma economia financeira maior ainda em relação a 2024.

Paralelo ao monitoramento do consumo de produtos químicos, também foi monitorada a ocorrência de produtos secundários da desinfecção, como cloraminas totais, trihalometanos e ácidos haloacéticos. Estas substâncias nunca tiveram valores acima dos limites permitidos pela legislação nas amostras desta ETA, mas pode-se verificar que, com o uso de peróxido de hidrogênio, mesmo quando estas ocorriam permaneciam em concentrações muito menores que quando do uso do cloro como agente pré-oxidante ou ainda abaixo do limite de quantificação das metodologias, corroborando com trabalhos que indicam o uso do peróxido para reduzir tais substâncias.

## CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Após avaliar os dados obtidos sobre redução do consumo de diversos produtos químicos ao implementar o uso de

peróxido de hidrogênio como agente de pré-oxidação, podemos concluir que além de vantajoso no ponto de vista técnico (reduzir ocorrência de subprodutos), contribui para diminuir o uso de desinfetante e alcalizante, promovendo uma significativa economia financeira.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021 - Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade
2. DI BERNARDO, L.; PAZ, L. P. S. Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água. Vol 2 São Carlos: LDiBe, 2008. 682 p
3. IBGE. **Cidades@:** Brusque, 2025. IBGE, 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/brusque/panora>. Acesso em: 21/07/2025.
4. PALUDO, M. B.; MAFFEISSONI, D.; DOS SANTOS, M. G.; DAL MAGRO, R. *Estudo da utilização de peróxido de hidrogênio e luz ultravioleta visando a prevenção da formação de cloraminas no tratamento de água de abastecimento. Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.8, n.3, p. 18120-18131, mar., 2022.